

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-195052

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G06F 17/50  
B65H 7/00

(21)Application number : 09-366626

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.1997

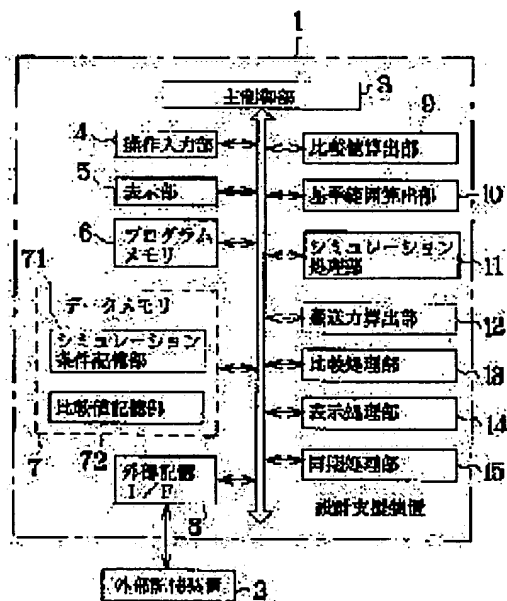
(72)Inventor : TAKEHIRA OSAMU

## (54) DESIGN SUPPORTING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the design of a transportation mechanism of a sheet-like object so as to support the design by precisely simulating the behavior of the sheet-like object using a small device.

SOLUTION: A simulation processing part 11 simulates a process where a sheet-like object is transported with the sheet-like object as an analysis model. A transportation force calculation part 12 calculates a transportation force required for normally transporting the sheet-like object. A display processing part 14 plots information inputted for the execution of simulation, a geometric form showing the process where the sheet-like object obtained as a result of simulation is transported and the transportation force required for normally transporting the sheet-like object.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

BEST AVAILABLE COPY

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl.<sup>8</sup> 識別記号

G 0 6 F 17/50

B 6 5 H 7/00

F I

G 0 6 F 15/60

B 6 5 H 7/00

G 0 6 F 15/60

6 1 2 L

Z

6 8 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-366626

(22) 出願日 平成9年(1997)12月26日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 竹平 修

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

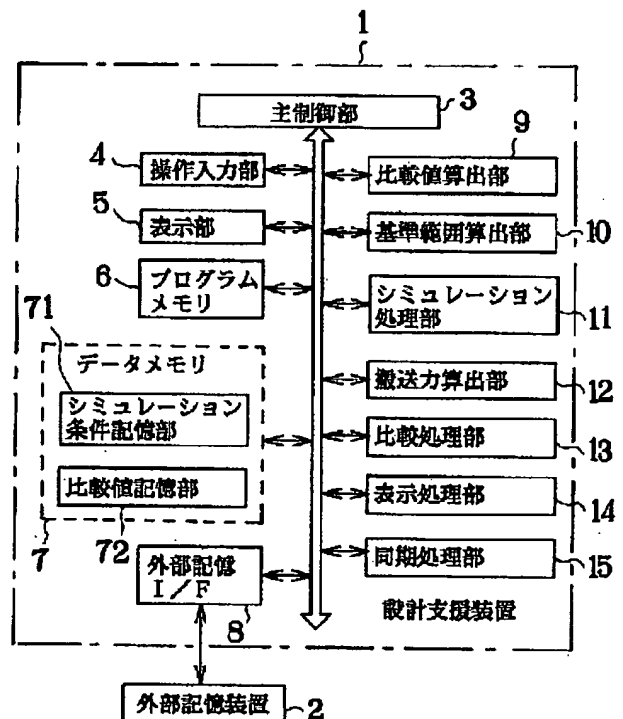
(74) 代理人 弁理士 小島 俊郎

## (54) 【発明の名称】 設計支援装置

## (57) 【要約】

【課題】装置の小型化に伴いシート状物の搬送機構の設計が困難になってきている。そこで、シート状物の挙動を正確にシミュレートできるようにして設計を支援する。

【解決手段】シミュレーション処理部11はシート状物を解析モデルとして、そのシート状物が搬送される過程をシミュレートする。搬送力算出部12はシート状物を正常に搬送するために必要な搬送力を算出する。表示処理部14はシミュレーションの実行に入力した情報とそのシミュレートの結果得られたシート状物が搬送される過程を示す幾何形状とシート状物を正常に搬送するために必要な搬送力を描画する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 シート状物を解析モデルとして、そのシート状物が搬送される過程を時刻毎にシミュレートし、シミュレーションの実行条件として入力した情報と共にそのシミュレートの結果得られたシート状物が搬送される過程を示す幾何形状を描画し、描画された幾何学形状に対する操作を入力する設計支援装置であって、描画された幾何学形状と共にシート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果を表示することを特徴とする設計支援装置。

【請求項2】 上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果をユーザの指示に応じてファイル化して記憶する請求項1記載の設計支援装置。

【請求項3】 上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果の時間変化をグラフ表示する請求項1記載の設計支援装置。

【請求項4】 上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果の時間変化に対応するグラフと任意の時刻における上記シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状とを表示し、シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状の時刻と同時刻におけるシート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果のグラフ上の位置をマーキングする請求項3記載の設計支援装置。

【請求項5】 上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を予め入力し、予め入力した搬送力の比較値と算出した搬送力とを比較し、算出した搬送力が予め入力した搬送力の比較値より大きい場合に警告を出力する請求項1記載の設計支援装置。

【請求項6】 上記シート状物と他の構造物との摩擦係数及び加圧力を入力し、入力した摩擦係数及び加圧力とを掛け合わせた値を搬送力の比較値とする請求項5記載の設計支援装置。

【請求項7】 上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を予め入力し、ゼロから入力した比較値まで範囲を複数の範囲に予め分割し、算出した搬送力が予め分割したどの範囲に入るかを判別し、どの範囲に入るかの判別結果に応じて算出した搬送力の評価を行ないその評価結果を出力する請求項1記載の設計支援装置。

【請求項8】 シミュレーション実行条件のパラメータとしてシート状物の種類に応じた特性値、搬送機構の材質に応じた特性値、搬送速度、温度及び湿度を入力し、入力したパラメータを基にシート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を求め、求めた比較値までのゼロからの範囲を複数の範囲に予め分割し、算出した搬送力を搬送力の比較値及び分割して得た範囲を用いて補正する請求項6又は7記載の設計支援装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 この発明は設計した内容に対してシミュレーションを行ないその結果を表示する設計支援

装置、特にシート状物を解析モデルとしてシミュレーションを行なう装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 近年コンピュータ装置の性能向上に伴い、機械設計のための一手法としてコンピュータ装置を用いたシミュレーションが広く行なわれるようになってきた。

【0003】 設計段階において、実際に物を作る前からさまざまな条件で設計物の機能を検討することは、試作品を作り試験を行なう工数を低減でき、開発期間及び費用を低減できる。これは、企業活動に対して有益であるのみならず、資源の節約等の面から、地球環境に対する配慮もできるようになり、その重要性は高い。

【0004】 現在、多くのシミュレーションプログラムが市販されているが、これらは汎用的なシミュレーションプログラムであるので、使いづらかったり又は機能が不足している場合がある。したがって、特定の現象だけを解析する場合には専用の解析システムを用いた方が効率良く解析できると共に、どの設計者でも容易に操作できるようにすることができる。

【0005】 上記専用の解析システムとしては、例えば特開平8-129578号公報に掲載した骨組構造物の応答シミュレーション表示システム等がある。特開平8-129578号公報に掲載した骨組構造物の応答シミュレーション表示システムにおいては、骨組構造物の揺れの状態を示す動画と各接点等の物理量を示すグラフとを同期させて表示している。

**【0006】**

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平8-129578号公報に掲載した骨組構造物の応答シミュレーション表示システムは骨組構造物に対するものであり、複写機、プリンタ装置、原稿送り装置又は印刷装置等の中で搬送される用紙等のシート状物の挙動をシミュレートするには、同様にしてシート状物の挙動を専用にシミュレートする装置を開発することが望ましい。

【0007】 特に、シート状物が目的位置までスムーズに到達することは、シート状物の搬送性能の中における基本性能である。一般にシート状物は搬送ローラに挟まれて送り出され、その先端部が次ぎの搬送ローラに挟まれることにより搬送される。最近のダウンサイジングの流れでは機器が小型化しているのに、その反面いろいろな機器を盛り込む多様性は上昇している。したがって、小スペースの中をシート状物を任意の位置に方向を変えて搬送することは、以前に比べ難問題となり、シート状物を急激に変形させなければならなかったりする。用紙を任意の位置に搬送するには、方向を変えていく必要がある。一般的には、搬送をガイドする任意面（平面、曲面含む）に用紙先端を突き当て案内していく。この時、シート状物の先端部はガイド板と接触し摩擦力を受け滑っていくが、シート状物の変形量を大きくするには、そ

れだけ大きな圧力をシート状物からガイド板に加えることになる。シート状物からガイド板に加える圧力が大きくなると、それだけ大きな摩擦力が発生し、その分搬送力を大きくする必要がある。このため、シート状物を予め定めた速度で搬送するために必要な搬送力を予めシミュレーションしておくことが重要である。

【0008】この発明はかかる問題を解消するためになされたものであり、複写機、プリンタ装置、原稿送り装置又は印刷装置等の中で搬送される用紙等のシート状物の挙動を効率良くシミュレートすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明に係る設計支援装置は、シート状物を解析モデルとして、そのシート状物が搬送される過程を時刻毎にシミュレートし、シミュレーションの実行条件として入力した情報とそのシミュレートの結果得られたシート状物が搬送される過程を示す幾何形状とそのシート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果とを描画して、シート状物の搬送過程が適性か否かを検討することができるようにする。

【0010】さらに、描画された幾何学形状に対する操作を入力して、上記検討結果を直ちにシミュレーション結果に反映できるようにする。

【0011】さらに、上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果をユーザの指示に応じてファイル化して記憶して、必要な搬送力の時間変化を詳細に検討できるようにする。

【0012】さらに、上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果の時間変化をグラフ表示して、搬送するために必要な搬送力の時間変化を目視で確認できるようにする。

【0013】さらに、上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果の時間変化に対応するグラフと任意の時刻における上記シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状とを表示し、シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状の時刻と同時刻におけるシート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果のグラフ上の位置をマーキングして、シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状と必要な搬送力のグラフとを容易に同期して確認できるようにする。

【0014】さらに、上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を予め入力し、算出した搬送力と予め入力した搬送力の比較値を比較し、算出した搬送力が予め入力した搬送力の比較値より大きい場合に警告を出力して判断基準を統一できるようにする。

【0015】さらに、上記シート状物と他の構造物との摩擦係数及び加圧力を入力し、入力した摩擦係数及び加圧力とを掛け合わせた値を搬送力の比較値とする。

【0016】さらに、上記シート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を予め入力し、ゼロから入力した比較値まで範囲を複数の範囲に予め分割し、算出した搬

送力が予め分割したどの範囲に入るかを判別し、どの範囲に入るかの判別結果に応じて算出した搬送力の評価を行ないその評価結果を出力して、さらに詳細に判断できるようにする。

【0017】さらに、シミュレーション実行条件のパラメータとしてシート状物の種類に応じた特性値、搬送機構の材質に応じた特性値、搬送速度、温度及び湿度を入力し、入力したパラメータを基にシート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を求め、求めた比較値までのゼロからの範囲を複数の範囲に予め分割し、算出した搬送力を搬送力の比較値及び分割して得た範囲を用いて補正補正して、設計に用いる値を基にさらに正確な比較値を求めることができると共にその比較値等を基に正確な搬送力を求める。

【0018】

【発明の実施の形態】この発明の設計支援装置は、複写機、プリンタ装置、原稿送り装置又は印刷装置等の中で搬送される用紙等のシート状物が搬送される過程を示す幾何形状とシート状物を予め定めた速度で搬送するために必要な搬送力を表示して、シート状物の挙動を効率良くシミュレートし、設計工数等の低減を図るものである。

【0019】設計支援装置は、例えば操作入力部、表示部、データメモリ、外部記憶装置、基準範囲算出部、シミュレーション処理部、角度算出部、比較処理部、表示処理部及び同期処理部を有し、外部記憶装置を接続する。操作入力部は、例えばシミュレーション実行条件のパラメータとして解析モデルであるシート状物の種類に応じた特性値、搬送速度、温度環境及び湿度環境のデータ等並びにシート状物が他の構造物に対して接触する角度の比較値等を入力する。表示部はシミュレーション処理結果等を表示する。データメモリは操作入力部を介して入力したシート状物の特性値等及び接触角度の比較値を記憶する。基準範囲算出部は、操作入力部を介して予め入力したシート状物の種類に応じた特性値、搬送速度、温度環境及び湿度環境のデータ等を基にして、ゼロから接触角度の比較値までの値の範囲を複数の領域、例えばNG（ノーグッド）領域と危険領域と注意領域と安全領域に分割する。

【0020】シミュレーション処理部はシート状物を解析モデルとして、そのシート状物が搬送される過程を時刻毎にシミュレートする。搬送力算出部は、例えば搬送力を変位とした連立方程式をとりシート状物を搬送するために必要な搬送力を算出する。比較処理部は搬送力算出部が算出した搬送力と基準範囲算出部が算出した値の範囲とを比較し、搬送力算出部が算出した搬送力が基準範囲算出部が算出したどの範囲に入るかを判別して、その搬送力の評価を行なう。表示処理部はシミュレーション処理部のシミュレーション結果及び比較処理部の評価結果などを処理し、表示部から表示する。同期処理部

は任意の時刻においてシート状物が搬送される過程を示す幾何学形状と搬送力の算出結果の時間変化に対応するグラフを表示している際に、シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状の時刻と同時刻における搬送力のグラフ上の位置をマーキングする。

【0021】外部記憶装置はシミュレーション処理結果などを各シミュレーション時刻毎に記憶する。

【0022】上記のように構成することにより、複写機等の中でシート状物が搬送される過程を示す幾何形状とシート状物を搬送するために必要な搬送力とをシミュレートすることができ、試作品等を製作しなくとも正確にシート状物の挙動を知ることができる。

【0023】

【実施例】図1はこの発明の一実施例の設計支援装置1の構成図である。設計支援装置1は、例えば図に示すように、主制御部3、操作入力部4、表示部5、プログラムメモリ6、データメモリ7、外部記憶インターフェイス（以後、「外部記憶I/F」という。）8、比較値算出部9、基準範囲算出部10、シミュレーション処理部11、搬送力算出部12、比較処理部13、表示処理部14及び同期処理部15を有する。

【0024】主制御部3は設計支援装置1全体の制御をする。操作入力部4は、例えばシミュレーション実行条件のパラメータとして解析モデルであるシート状物の種類に応じた特性値、搬送機構の材質に関する特性値、搬送速度、温度環境及び湿度環境のデータ等を入力する。ここで、シミュレーション実行条件のパラメータには、例えばシート状物に関するものとして、シート状物の種類及び形状（ヤング率、厚さ、幅及び密度等）等があり、搬送機構に関するものとして、搬送ローラの材質の種類、表面製、劣化度及び加圧力等がある。表示部5はシミュレーション処理結果等を表示する。プログラムメモリ6は、システム制御プログラム及びシミュレーション・プログラム等を記憶する。データメモリ7は、例えばシミュレーション条件記憶部71と比較値記憶部72とを備える。シミュレーション条件記憶部71は操作入力部4を介して入力したシート状物の特性値等のシミュレーション実行条件のパラメータを記憶する。比較値記憶部72は予めシート状物の搬送力の比較値を記憶する。外部記憶I/F8は外部記憶装置2を制御して、外部記憶装置2にシミュレーション処理結果等を各シミュレーション時刻毎に記憶する。

【0025】比較値算出部9はシミュレーション条件記憶部71に記憶したシミュレーション実行条件のパラメータとして操作入力部4から入力した、例えばシート状物の種類に応じた特性値、搬送機構の材質に応じた特性値、搬送速度、温度及び湿度を基にシート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を求め、比較値記憶部72に記憶する。ここで、比較値算出部9は、シート状物と他の構造物との摩擦係数にシート状物が他の構造物に

加える加圧力を掛けてシート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を求めても良い。

【0026】基準範囲算出部10は、シミュレーション条件記憶部71に記憶したシミュレーション実行条件のパラメータを基にして、ゼロから接触角度の比較値までの値の範囲を複数の領域、例えばNG（ノグッド）領域と危険領域と注意領域と安全領域に分割する。分割する方法としては、例えば比較値を1とした場合に0.7～1.0をNG領域、0.5～0.7を危険領域、0.25～0.50を注意領域、0.25未満を安全領域とする。

【0027】シミュレーション処理部11はシート状物を解析モデルとして、そのシート状物が搬送される過程を時刻毎にシミュレートする。ここで、複写機、プリンタ装置、原稿送り装置及び印刷装置等の中を搬送される用紙等のシート状物の挙動をシミュレーションするには、シート状物の運動を記述する運動方程式を解く必要がある。この運動方程式を解くには、空間と時間とをそれぞれ有限の量として代数式に近似し、その連立方程式を解くことになる。空間を代数式に近似するには差分法及び有限要素法等がある。時間を代数式に近似するには、ルンゲクッタ法、線形加速度法（ニューマックのベータ法を含む。）、ウィルソンのシータ法及びフーボルト法等がある。

【0028】搬送力算出部12は、例えば搬送力を変数として組み込まれている連立方程式を解いて、シート状物を搬送するのに必要な搬送力を求める。比較処理部13は搬送力算出部12が算出した搬送力と基準範囲算出部10が算出した値の範囲とを比較し、搬送力算出部12が算出した搬送力が基準範囲算出部10が算出したどの範囲に入るかを判別して、その接触角度の評価を行なう。表示処理部14はシミュレーション処理部11のシミュレーション結果及び比較処理部13の評価結果等処理し、表示部5から表示する。同期処理部15はシート状物が搬送される過程を示す幾何学形状の時刻が搬送力のグラフ上のどの位置に対応しているかを示す位置にマーキングする。

【0029】上記構成の設計支援装置1の動作を、図2のフローチャートを参照して説明する。

【0030】シミュレーションを開始し、ユーザが搬送ガイドの形状及び座標値等の搬送ガイドデータ並びにシート状物のヤング率、厚さ及び幅等から定まる剛性等の各種の特性データを操作入力部4から入力し、さらに、計算に必要なパラメータ等を入力して、シミュレーション条件を入力すると（ステップS1）、比較値算出部9は操作入力部4から入力したパラメータを基に搬送力の比較値を算出する。基準範囲算出部10は、ゼロから比較値算出部9が算出した搬送力の比較値までの範囲を複数の領域に分割する。シミュレーション処理部11は、所定の変数等に値を代入する等して、搬送ガイドとシート状物のモデリングを行う（ステップS2）。次に、

シミュレーション処理部11は、前回のサンプリングタイミングにおける時刻 $T_n$ に前回のサンプリングタイミングから今回のサンプリングタイミングまでの時間 $\Delta t$ を加算して、今回のサンプリングタイミングにおける時刻 $T_{n+1}$ を算出する(ステップS3)。さらに、シミュレーション処理部11はシート状物と搬送ガイドの接触を判定し(ステップS4)、これを基に全体の連立方程式を作成する(ステップS5)。この計算はマトリクス演算となり、シート状物及び搬送ガイドの任意位置での変位(もしくは新規座標値)から両者が接触しているか否かを判断し、両者が接触していればそこで作用し合う接触力(抗力と摩擦力)を計算して、シート状物の状態を算出する(ステップS6)。ここで、シミュレーション処理部11では、初期状態から任意時間後のシート状物の状態を順次計算していく。例えば $n+1$ 番目のサンプリングタイミングに対する計算は $n$ 番目のサンプリングタイミングにおける計算結果を基に行う。さらに、この計算は、非線形解析であるために、以下に示すように結果が収束するまで反復して行うことになる。

【0031】シミュレーション処理部11がシート状物と搬送ガイドが接触していると判別すると、搬送力算出部12はシート状物を搬送するために必要な搬送力を算出する(ステップS7、S8)。

【0032】シミュレーション結果が収束していない場合は(ステップS9)、時間差 $\Delta t$ を再計算して(ステップS10)、再び計算処理(ステップS3～S8)を実行する。

【0033】シミュレーション結果が収束している場合は(ステップS9)、表示処理部14は、図3に示すようにシミュレートの結果得られた数値を処理してそのシート状物Fが搬送される過程を示す幾何形状をシミュレーションの実行条件として入力した情報と共に表示部5に描画し、さらにシート状物Fの先端部が、例えばローラA、B及びガイドC、D、E等の他の構造物と接触する場合は、このシート状物Fを搬送するために必要な搬送力を表示する(ステップS11)。図中領域51は指示入力領域を示し、この領域内に表示されている指示を、マウス等を用いてユーザが指定することにより、指示入力することができる。例えばユーザがマウスを用いてポインタの位置を文字「ファイル」の表示部分まで移動した後に、マウス上のスイッチをクリックして文字「ファイル」の指定入力を行なうと、設計支援装置1は、そのシミュレーション結果(データ)をファイル形式にして、外部記憶1/F8を介してそれを外部記憶装置2に書き出す。また、領域52はシート状物Fが搬送される過程を示す幾何形状を示し、領域53は経過時間を示し、領域54は、サンプリング時刻及び搬送速度等の計算に使用したパラメータ等のシミュレーション条件を表示する。

【0034】領域55は領域2で示すような状態にある

シート状物Fを予め定めた速度で搬送するために必要な搬送力の算出結果を数値形式で表示する。これにより、機器内の搬送ガイドC、D、Eに沿ってシート状物Fを予め定めた速度で搬送するために必要な搬送力が可視化され、研究者及び設計者には視覚的に計算結果を把握することができる。図では、このシート状物Fの変形状態を示す幾何形状として、2次元的な描画がされている。2つの搬送ローラA、Bの左側よりシート状物Fが搬送され、搬送ガイドC、Dにガイドされて、シート状物Fが変形している様子が描画されている。領域56は、シミュレーション結果で得た搬送力と時刻を外部記憶装置2に記憶する際に用いる領域であり、マウス(不図示)等のポインティングデバイスでこの領域56を指し示し、マウス上のボタンをクリックすることで、シミュレーション結果で得た搬送力と時刻をファイル化して外部記憶装置2に記憶する指示をする。シミュレーション結果で得た搬送力と時刻をファイル化して記憶することにより、そのシミュレーション結果で得た搬送力と時刻を後に詳細に検討することができる。

【0035】領域57には、描画用ボタン群を表示する。これらの描画用ボタンをマウスカーソルでクリックすることで時系列のシミュレーション結果がアニメーションとして描写される。この描画ボタンには、時刻の順方向又は逆方向に連続的に描画したり、順方向又は逆方向に1ステップずつ描画したりするボタンなどがある。また、連続描画中に変形図を静止したい時のポーズボタン等もある。これらのボタンを用いて描画することで、シート状物Fの変形のアニメーション操作を行なうことができ、特に検討したいシート状物Fの状態をじっくりと観察することができる。

【0036】さらに、シート状物Fと搬送ガイドA、Bが接触する箇所と接触時に作用し合う力の分力として抗力と摩擦力が矢印G、H、K、Lで表示されている。また、この矢印G、H、K、Lの長さは所定の変換係数にて描画されているので、矢印の大きさを比較することで、多点接触時の最も強く接触する箇所などを可視化することができる。

【0037】ここでは、表示領域を各領域51～57を区切ったが、ウィンドウングして各領域51～57を異なったウィンドウに分散させても良い。また、各領域毎に一つの子ウィンドウを生成して、ウィンドウ間にてデータをやり取りすることでこのような機能を持たせても良い。

【0038】設計支援装置1は、終了時刻に達していれば処理を終了し、達していなければ(ステップS12)、次のサンプリングタイミングまでの時間 $\Delta t$ を再計算し(ステップS10)、シミュレーションを行う(ステップS3～S8)。

【0039】また、反復計算でも収束しないと判断した場合は、このステップで使用した時間ステップより小さ

く再設定し（ステップS10）、収束するまで上記処理（ステップS3～S8）を繰り返す。

【0040】ここで、上記シミュレーションは3次元解析、2次元解析の両シミュレーションを対象としている。

【0041】このように、シート状物Fの搬送状況をシュミレートし、実際の機器を製作する前に良好な機能が選られることを確認し、試験的な製作などを減らすことで開発コスト及び開発期間の削減をすることができる。

【0042】次に、上記のようにファイル化して外部記憶装置2に記憶したデータを再び表示して、詳細に検討する場合の動作の一例を、図5のフローチャートを参照して説明する。

【0043】例えばユーザが外部記憶装置2に記憶したデータを再び表示する指示を入力すると、表示処理部14は外部記憶装置2からシミュレーション結果を読み出し（ステップS21）、描画のための処理を行なった後に（ステップS22）、図5に示すように領域52にシート状物Fが搬送される過程を示す幾何形状を描画する（ステップS23）。

【0044】図に示すようにシート状物Fの先端部と搬送ガイドDとが接触している場合は（ステップS24）、搬送力算出部12はシート状物Fを予め定めた速度で搬送するために必要な搬送力を算出して（ステップS25）、図5のPで示すように領域58に表示する（ステップS26）。ここで、領域58は、シート状物Fを搬送するために必要な搬送力の算出結果の時間変化に対応するグラフPを表示する領域である。このように、シート状物Fを搬送するために必要な搬送力をグラフ表示するので、必要な搬送力の時間変化を目視で確認することができる。

【0045】さらに、表示処理部14は、図5のU、V、X、Yで示すように基準範囲算出部10が算出した各領域（NG領域と危険領域と注意領域と安全領域）を表示部5の領域58上にグラフPと共に表示するので、ユーザは算出した搬送力がどのような状態（NG状態、危険状態、注意状態又は安全状態）における搬送力かを容易に知ることができる。また、算出した搬送力がどのような状態における搬送力か自動的に表示するので、搬送力の評価を一定基準で行なうことができる。

【0046】さらに、同期処理部15は、領域52に示したシート状物Fが搬送される過程を示す幾何形状が、領域58に表示したグラフP上のどの位置に対応するかを示すために、図に示すようにマークRをグラフP上に設ける（ステップS27）。このように、グラフP上にマークRをマーキングするので、ユーザはその対応を容易に判断することができる。ここで、マーク付けは該当する時刻に対応する場所に縦線を示しても良いし、その箇所の色を異なった色で表示するようにしても良い。また、図に示すように丸印のマークRと縦線と横線の組

み合わせで時刻を示しても良い。異なった時刻の再描画が実施されると、このマークRは、自動的に移動し該当時刻の値（位置）を示すようになる。これにより、シート状物Fの変形状態及びどの搬送ガイドに接触中かといった情報と共に搬送力の推移を把握することができる。

【0047】さらに、算出した搬送力が、比較値Q以上に達した場合に（ステップS28）、設計上不良と判断して、音響的又は視覚的に警告サインを発するようにしても良い（ステップS29）。例えば、ブザーによる警告を行なったり、グラフ中で異なった色を使用して表示したり、シート状物Fを描画する色を変える等の方法がある。

【0048】さらに、比較値算出部9は、シミュレーション実行条件のパラメータとして入力したシート状物Fの種類に応じた特性値、搬送機構の材質に応じた特性値、搬送速度、温度及び湿度を基にシート状物Fを搬送するために必要な搬送力の比較値を求め、基準範囲算出部10はゼロから比較値算出部9が求めた比較値までの範囲を複数の範囲に予め分割し、シミュレーション処理部11は算出した搬送力を搬送力の比較値Q及び分割して得た範囲U、V、X、Yを用いて補正する算出した搬送力を用いて補正するようにしても良い。摩擦係数は、シート状物Fの種類、搬送速度、温度、湿度及び搬送ローラの材質に応じて異なり、また、これらの劣化によって変化する場合もある。また、シート状物Fの剛性も変化するため、搬送力が徐々に変わっていく。そこで、上記のようにシミュレーション実行条件のパラメータを基にシート状物Fを搬送するために必要な搬送力の比較値を求め、ゼロから比較値までの範囲を複数の範囲に予め分割することにより、柔軟で確かな判定基準を設けることができる。さらに、上記のようにして求めた比較値及び範囲を基にシミュレーションで算出した搬送力を補正するようにしても良い。これにより搬送力の算出精度を高めることができる。シミュレーションで算出した搬送力を補正には、例えば何種類かの算定式（経験式及び理論式等）を予め記憶しておき、その式を用いても良い。

【0049】

【発明の効果】この発明は以上説明したように、シート状物を解析モデルとして、そのシート状物が搬送される過程を時刻毎にシミュレートし、シミュレーションの実行条件として入力した情報とそのシミュレートの結果得られたシート状物が搬送される過程を示す幾何形状とそのシート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果とを描画するので、シート状物の搬送過程が適性か否かを容易に検討することができる。

【0050】さらに、描画された幾何学形状に対する操作を入力するので、シート状物の搬送過程の検討結果を直ちにシミュレーション結果に反映できる。

【0051】さらに、シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果をユーザの指示に応じてファイル化



して記憶するので、必要な搬送力の時間変化を詳細に検討できる。

【0052】さらに、シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果の時間変化をグラフ表示するので、搬送するために必要な搬送力の時間変化を目視で確認することができる。

【0053】さらに、シート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果の時間変化に対応するグラフと任意の時刻における上記シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状とを表示し、シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状の時刻と同時刻におけるシート状物を搬送するために必要な搬送力の算出結果のグラフ上の位置をマーキングするので、シート状物が搬送される過程を示す幾何学形状と必要な搬送力のグラフとを容易に同期して確認できる。

【0054】さらに、シート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を予め入力し、算出した搬送力と予め入力した搬送力の比較値を比較し、算出した搬送力が予め入力した搬送力の比較値より大きい場合に警告を出力するので、判断基準を容易に統一できる。

【0055】さらに、シート状物と他の構造物との摩擦係数及び加圧力を入力し、入力した摩擦係数及び加圧力とを掛け合わせた値を搬送力の比較値とするので、搬送力の比較値を状況に応じて変化させ、適性に判断することができる。

【0056】さらに、シート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を予め入力し、ゼロから入力した比較値まで範囲を複数の範囲に予め分割し、算出した搬送力が予め分割したどの範囲に入るかを判別し、どの範囲に入るかの判別結果に応じて算出した搬送力の評価を行ないその評価結果を出力するので、さらに詳細に判断できるようにする。

【0057】さらに、シミュレーション実行条件のパラメータとしてシート状物の種類に応じた特性値、搬送機構の材質に応じた特性値、搬送速度、温度及び湿度を入力し、入力したパラメータを基にシート状物を搬送するために必要な搬送力の比較値を求め、求めた比較値までのゼロからの範囲を複数の範囲に予め分割し、算出した搬送力を搬送力の比較値及び分割して得た範囲を用いて

補正補正して、設計に用いる値を基に柔軟な、さらに正確な比較値等を求めることができると共にその比較値等を基に正確な搬送力を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例を示す構成図である。

【図2】設計支援装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】表示部の構成図である。

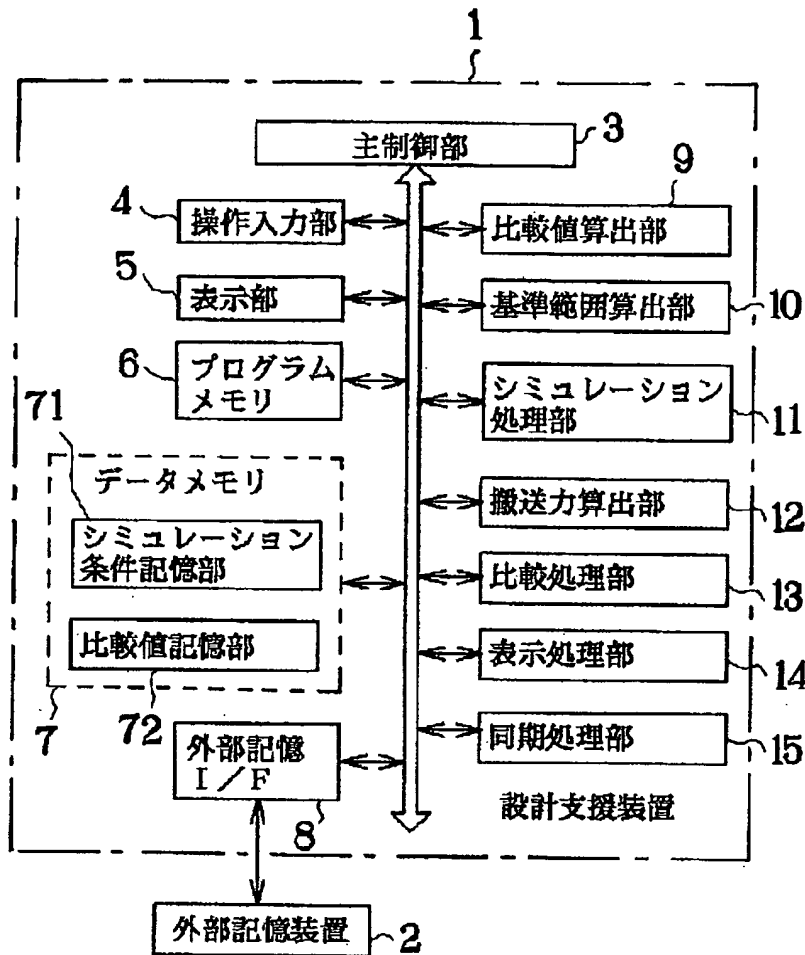
【図4】描画処理の動作を示すフローチャートである。

10 【図5】搬送力のグラフを表示した表示部の構成図である。

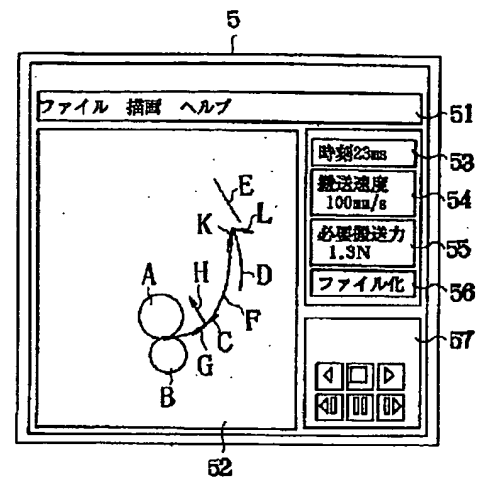
【符号の説明】

A	搬送ローラ
B	搬送ローラ
C	搬送ガイド
D	搬送ガイド
E	搬送ガイド
F	シート状物
P	搬送力
20 Q	比較値
R	マーク
U	NG領域
V	危険領域
X	注意領域
Y	安全領域
1	設計支援装置
2	外部記憶装置
4	操作入力部
5	表示部
30 7	データメモリ
7 1	シミュレーション条件記憶部
7 2	比較値記憶部
9	比較値算出部
1 0	基準範囲算出部
1 1	シミュレーション処理部
1 2	搬送力算出部
1 3	比較処理部
1 4	表示処理部
1 5	同期処理部

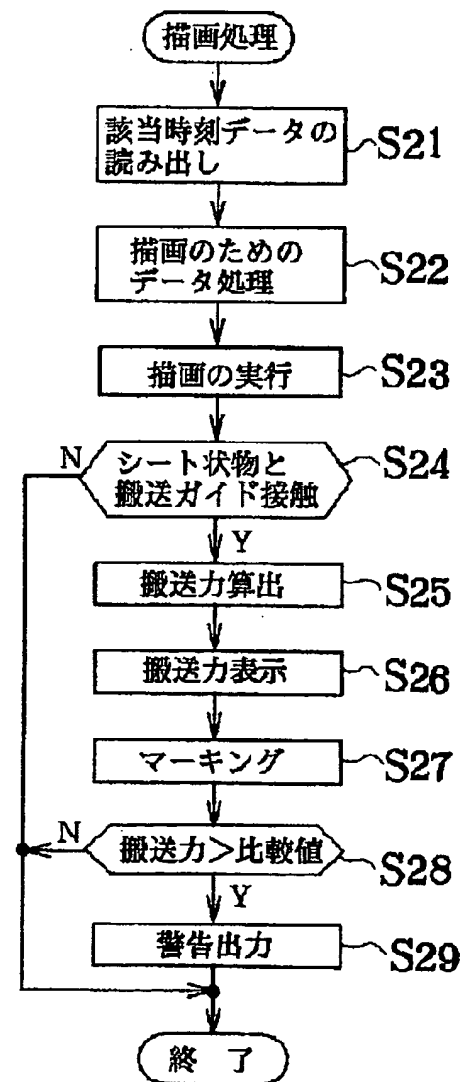
【図1】



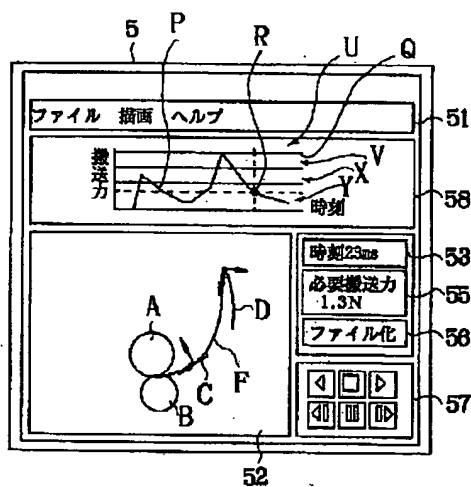
【図3】



【図4】



【図5】



【図2】

